

Fakultät Sprach- , Literatur- und Kulturwissenschaften

Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur (I:IMSK)  
Lehrstuhl für Medieninformatik

Praxisseminar Master Medieninformatik

Modul: MEI-M 40 (M. Sc.)

SS 2018

Leitung: Prof. Dr. Bernd Ludwig

Exponate in der IT-Sammlung

Museumsführer HoloMu

Sebastian Peiser

1691711

E-Mail: Sebastian.Peiser@stud.uni-regensburg.de

Tobias Hauser

1535759

E-Mail: Tobias-Manfred.Hauser@stud.uni-regensburg.de

Inhalt

[1 Einleitung 4](#_Toc525805271)

[2 Motivation 4](#_Toc525805272)

[3 Related Work 5](#_Toc525805273)

[4 Konzept 8](#_Toc525805274)

[5 Projektmanagement ? 9](#_Toc525805275)

[6 Anforderungen ? 9](#_Toc525805276)

[7 Datenaufbereitung 9](#_Toc525805277)

[8 Architektur und Implementierung 10](#_Toc525805278)

[8.1 HoloLens 10](#_Toc525805279)

[8.2 REST API 11](#_Toc525805280)

[8.3 Bilderkennung 11](#_Toc525805281)

[8.4 Recommendersystem 12](#_Toc525805282)

[8.5 Erweiterungsmöglichkeiten 13](#_Toc525805283)

[9 Evaluation/Testing 13](#_Toc525805284)

[10 Setup-Anweisungen 13](#_Toc525805285)

[11 Ausblick 13](#_Toc525805286)

[12 Literaturverzeichnis 13](#_Toc525805287)

Abbildungen

**Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.**

# Einleitung

# Motivation

Wollen sich Museumsbesucher über die ausgestellten Exponate informieren, bleibt ihnen neben dem Lesen von Beschreibungstafeln nur die Möglichkeit, eine Führung oder einen Audioguide zu buchen. Allerdings sind diese Angebote mit erheblichen Nachteilen verbunden, da sie zum einen sehr unflexibel sind und zum anderen dem Besucher nicht die Wahl lassen, über welches Exponat er beziehungsweise sie mehr oder weniger Informationen erhalten will. Um dem Informationsbedürfnis des Museumsbesuchers flexibler gerecht werden zu können und den Museumsbesuch interessanter und interaktiver zu gestalten, entwickeln wir die Augmented Reality Anwendung **HoloMu**. Unter Verwendung der Microsoft HoloLens und einem Bilderkennungsalgorithmus können Exponate automatisch erkannt und dem Nutzer somit aufbereitete Informationen präsentiert werden. Dadurch kann der Nutzer selbst entscheiden, wann er welche und wie viele Informationen erhalten möchte. Neben eingeblendeten Texttafeln, wären auch eingebettete Videos oder Audiodateien denkbar, was einen eindeutigen Fortschritt zu bisherigen Texttafeln oder Führungen jeder Art darstellt.

Um eine solch neuartige Weise der Museumsführung umzusetzen, bietet sich die IT-Sammlung der Universität Regensburg natürlich an. Dadurch kann der Besucher die Geschichte der IT direkt miterleben, indem er oder sie Gegenstände aus der Vergangenheit durch Benutzung der neusten Technologien kennen lernt.

Durch einen modularen Aufbau von **HoloMu** sind Erweiterungen ohne weiteres möglich. Neben den objektspezifischen Informationen, könnten auch museumsbezogene Informationen, wie zum Beispiel die Öffnungszeiten, der Ort des Ausganges und die Anzahl der bereits besuchten und aller Exponate angezeigt werden. Neben einem Recommender-System, das den Nutzer, auf die für ihn besonders interessanten Ausstellungsstücke hinweist, ist auch eine 3D-Darstellung der Objekte denkbar, damit der Nutzer das Exponat frei aus jedem Winkel betrachten kann. Eine Navigationsfunktion, eventuell mit planbaren Touren, wäre auch eine nützliche Erweiterung für unser System.

Wie aufgezeigt gibt es einige sinnvolle Einsatzmöglichkeiten für eine zukunftsweisende Technologie, welche andere Führungsarten fast überflüssig macht. Dies ist vor allem für kleine Museen, welche sich die Personalkosten für einen Museumsführer nicht leisten können, durchaus vorstellbar.

# Related Work

Viele Forscher und Entwickler haben sich bereits mit den Vorteilen und Anwendungsgebieten der Mixed-Reality Technologie vertraut gemacht. Auch im Museumsbereich finden sich einige interessante Quellen, Versuche und Anwendungen. Pollalis et al. (2018) präsentieren zum Beispiel eine Augmented-Reality-Anwendung für die Microsoft HoloLens, die es Besuchern im Museum ermöglicht mit den Objekten zu interagieren und mehr über die Artefakte zu erfahren. Die Intention von Pollalis et al. (2018) ist es, das Lernverhalten und die Aufmerksamkeit im Museum zu verbessern, indem sich auf das ursprüngliche Objekt konzentrieren wird, ohne eine Ablenkung zu verspüren. Diese Anwendung wird *ARtLens* genannt. Sie bietet Kontextinformationen für ein Objekt durch Bereitstellung von akustischen und visuellen Informationen und hilft Besucher das originale Objekt genauer zu erforschen. Dies geschieht durch die Möglichkeit, die Artefakte direkt durch die Verwendung gestenbasierter Interaktionen zu manipulieren und sich das Objekt als Hologram anzeigen zu lassen. Es soll untersucht werden, wie sich *ARtLens* auf objektbasiertes Lernen der Museumsbesucher auswirkt. Erste Versuche wurden mit dieser Prototypanwendung in einem afrikanischen Kunstmuseum durchgeführt. Zudem soll mehr über die Besucher und deren soziale Akzeptanz erlernt werden, um eine effektive Gestaltung von Mixed-Reality Exponaten zu erzielen. Der aktuelle Prototyp ist das Ergebnis eines iterativen benutzerzentrierten Designprozesses. Mittels mehrerer Testreihen wurden verschiedene Aspekte der Anwendung untersucht. Dazu gehören unter anderem das Interaktionsdesign, sowie auch positionsabhängige Informationen darzustellen. Getestet wurden zunächst drei Personen, die vier afrikanische Masken erkunden durften. Eine vorläufige Bewertung ergab, dass die Benutzer sich durch den Galerieraum navigieren lassen konnten und für ausgewählten Objekte zusätzliche Informationen ohne erhebliche Probleme mittels der Anwendung zu Verfügung gestellt wurden. Laut Pollalis et al. (2018) konnte durch Beobachtung festgestellt werden, dass es teils Probleme gab laut und deutlich mit der HoloLens zu sprechen und die HoloLens spezifischen Gesten auszuführen, wenn sie benötigt wurden. Dieses Problem, die Gesten richtig auszuführen, soll gemäß den Autoren mit einem kurzen HoloLens-Training zukünftig vermieden werden. Die Wirksamkeit eines solchen Trainings ist durchaus nachvollziehbar und eine denkbare Möglichkeit dieses Problem zu vermeiden. Doch warum treten Probleme bezüglich der Sprachinteraktion mit der HoloLens auf, oder wie kann man solche vermeiden?

Eine mögliche Ursache dafür liefern Kalantari & Rauschnabel (2018). Sie untersuchten in dem Paper "Exploring the Early Adopters of Augmented Reality Smart Glasses" wie Verbraucher auf tragbare Technologien, insbesondere die Microsoft HoloLens, reagieren und entwickelten ein Modell dazu. Um einen gewissen Überblick über die Technologieakzeptanz zu erhalten, entwarfen Kalantari & Rauschnabel (2018) eine Online-Umfrage, die mit 116 Studenten an einer nordamerikanischen Universität durchgeführt wurde. Diese Studie, bestehend aus einem zweiminütigem Video, in dem die HoloLens vorgestellt wurde, einem Fragebogen bezüglich verschiedener Akzeptanz- und Interessensfragen und dem demografischen Fragen, wurde soweit wie möglich mittels siebenstufiger Likertskalen durchgeführt. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Befragten die Vorteile einer HoloLens wesentlich höher einschätzen, als die Risiken und die HoloLens durchaus leicht zu bedienen ist. Zu bemerken ist, dass das Image einer HoloLens basierend auf den Fragebögen und ausgehend von der ermittelten hohen Standardabweichung stark polarisiert. Während bei einigen die HoloLens einen sehr positiven Ruf erfährt, assoziieren andere mit ihr einen sehr schlechten. Kalantari & Rauschnabel (2018) konnten anhand der Messungen für hedonische Motivation oder privates Risiko keine signifikanten Effekte feststellen. Zusammenfassend merken die Autoren an, dass die bisherige Forschung der Risikofaktoren noch nicht intensiv untersucht worden sei und Technologierisiken im Bereich von Augmented Reality Smart Glasses noch weiter untersucht werden müssen, um diese zu reduzieren. Zudem sei es wichtig sich der Nützlichkeit dieser Anwendungen bewusst zu werden und die Forschung weiter voranzutreiben, um die Möglichkeiten einer solchen Technologie besser auszuschöpfen.

Weitere Erkenntnisse liefern Evans, Miller, Pena, MacAllister und Winer (2017). Sie untersuchten und evaluierten die Microsoft HoloLens anhand einer Montageanwendung. Sie verweisen auf die Vorteile solcher Geräte, da die HoloLens, genau wie andere Head Mounted Displays (HMDs), Augmented Reality Instruktionen anzeigen kann und somit beide Hände für sicherere und schnellere Montagevorgänge zur Verfügung stehen. In dem von Evans et al. (2017) beschriebenen Paper, stellen sie eine Anwendung vor, die AR-Anweisungen für eine Tischbaugruppe enthält. Es handelt sich um eine Proof-of-Concept Anwendung, die den Einsatz einer einfachen und intuitiven Benutzeroberfläche mit integrierten 3D Modellen und räumlich registrierte Objektpositionierung demonstrieren soll. Ein Hauptaspekt ist die bereits erwähnte einfach strukturierte Benutzeroberfläche, da im Fall eines Montagetechnikers die Umgebung oftmals sehr laut ist und auch hier eine Sprachinteraktion nicht immer gewährleistet ist. Daher ist es stets wichtig ein klar strukturiertes und übersichtliches Design zu wählen. Evans et al. (2017) empfehlen aufgrund fehlender „best practices“-Lösungen, wie von dem Senior Holographic Desinger von Microsoft empfohlen, eine hybride Kombination aus 3D-Schnittstellen und 2D GUIs. Dies könne dazu beitragen, die Navigationsstrukturen einfacher zu gestalten und vertraute UI-Elemente mit einer neuen Technologie zu vereinen, um Frustration oder Gefahren aufgrund von unüberlegtem Handeln oder Erschrecken zu vermeiden.

Evans et al. (2017) konzentrierten sich in ihrem Anwendungsfall bei der Entwicklung also auf nur wenige wesentliche Elemente, um den Nutzer nicht zusätzlich zu belasten. Während auf die Sprachinteraktion vollkommen verzichtet wurde, sind nur Elemente wie Beschreibung des aktuellen Montageschritts, eine geführte Animation der aktuellen Aufgabe und deren Überprüfung, sowie das wechseln zum vorherigen oder nächsten Schritts umgesetzt worden.

Ein besonderes Augenmerk wurde auch auf die Textgröße und die Farbwahl gelegt. Evans et al. (2017) legten die Schriftgröße auf 20pt mit einer serifenlosen Schrift (Arial) fest, um die Lesbarkeit der Anwendung zu gewährleisten, da Serifenschriftarten ihrer Meinung nach auf Bildschirmen nicht gut dargestellt werden, um somit einer Augenbelastung vorzubeugen. Schwieriger gestaltet sich die Farbauswahl, da diese immer von der Umgebung und den jeweiligen Hintergründen abhängt. Die Autoren verweisen darauf, die Farbe Weiß zu vermeiden, da sie zu hell erscheint. Auch Schwarz sollte nicht verwendet werden, da es oftmals als "transparent" wahrgenommen wird. Vorgeschlagen werden von Evans et al. (2017) helle Farben, die ein Gefühl von Präsenz bieten und beruhigend wirken. Zudem merken die Verfasser an, wie wichtig es sei, den Nutzern ein Feedback zu geben. Sei es, wenn eine Aktion stattgefunden hat oder noch im Gange ist, um sicherzustellen, dass der Nutzer immer weiß, was gerade passiert und Verwirrung vermieden wird.

Eine weitere sehr interessante Anwendung ist *HoloMuse*. In dem Paper "Enhancing engagement with Archaeological Artifacts through Gesture-Based Interaction with Holograms" stellen Pollalis, Fahnbulleh, Tynes und Shaer (2017) eine Anwendung vor, die es Nutzern erlaubt mit den archäologischen Artefakten aktiv zu interagieren, wie es anders nicht möglich wäre. *HoloMuse* ermöglicht den Benutzern das Aufnehmen, Drehen, Skalieren und auch Ändern des Hologramms eines digital nachgebildeten archäologischen Gegenstandes mittels Gesten. Nutzer können auch ihre eigenen Exponate organisieren und verwalten, aber auch ein Vorhandenes aus einer virtuellen Galerie auswählen und innerhalb der physischen Welt platzieren, um sie mit dem Gerät sichtbar zu machen. Die Absicht ist, die Wirkung der Anwendung auf das Lernen zu untersuchen. Laut Pollalis et al. (2017) experimentieren viele Museen mit der Verwendung von Augmented Reality, um die Besucherzahlen und somit die Kundenbindung zu optimieren, da es auf diese Weise möglich ist, Exponate "zum Leben zu erwecken" und sich intensiver mit diesen auseinanderzusetzen. Pollalis et al. (2017) verweist auf einige AR-Anwendungen, die bereits von Museen eingesetzt werden. So zum Beispiel die "Skin and Bones"-Anwendung im Smithsonian Nationalmuseum für Naturgeschichte oder die "Ultimate Dinosaurs" Ausstellung im Cincannati Museum Center. Allerdings verweisen die Autoren darauf, dass AR-Anwendungen, die auf Tablets oder Smartphones laufen, die Besucher oft von den originalen Objekten ablenken, da sie auf dem Bildschirm präsentiert werden und deshalb nur begrenze Wechselwirkungen mit den ursprünglichen Artefakten stattfinden können. Mit der HoloLens hingegen ist es möglich mit diesen direkt zu interagieren oder sogar Objekte zu einer Ausstellung hinzuzufügen. Zusätzlich können auf Anfrage zu den jeweiligen Objekten weitere Informationen wie Text oder Sprache eingeblendet oder zugeschaltet werden, um mehr zu dem originalen Objekt, das zeitgleich als Hologramm manipuliert werden kann, erfahren zu können.

# Konzept

Aufgrund des prototypischen Charakters der Umsetzung des Projekts, beschränkt sich **HoloMu** auf die wesentlichen und notwendigen Features. Aus ausgewählten Exponaten der IT-Sammlung wird ein Katalog aus Trainingsdaten für den Bilderkennungsalgorithmus und strukturieren Informationen erstellt. Möchte ein Nutzer mehr über ein Exponat erfahren, kann er über den mit der HoloLens mitgelieferten Klicker den Bilderkennungsalgorithmus starten. Der Klicker wird im Laufe der Entwicklung durch die Klick-Geste bzw. ein automatisches Starten der Bilderkennung durch längeres Fokussieren eines Objekts ersetzt. Erkennt **HoloMu** ein Exponat im aktuellen Bildausschnitt, wird dem Nutzer zunächst ein kurzer Überblick über das gewählte Exponat in Form einer eingeblendeten Texttafel, welche die wichtigsten Informationen enthält, gegeben. Will der Nutzer mehr über das Exponat erfahren, kann er weitere, in Kategorien aufgeteilte, Informationen per Klick auf entsprechende Buttons erhalten. Verlässt der Nutzer den Bereich des Exponats, wird die Infotafel ausgeblendet. Allerdings bleibt an dieser Stelle eine Markierung zurück, so dass der Nutzer auf einen Blick erkennen kann, welche Exponate er schon besichtigt hat. Bewegt er sich wieder in den Bereich, werden die Informationen sofort wieder angezeigt, ohne dass das Programm die Bilderkennung erneut ausführen muss. Dadurch soll dem Nutzer die Orientierung in einem potenziell verwirrend aufgebauten Museum erleichtert werden.

Auf eine Sprachsteuerung soll hingegen verzichtet werden. Laut Pollalis et al. (2018) funktioniert die Spracherkennung nur bei einer lauten und deutlichen Sprechweise zufriedenstellend, ist aber sonst eher unzuverlässig. Im Museumskontext ist dies höchst unpraktikabel, da sich zum einen durch lautes gleichzeitiges Sprechen von mehreren Museumsbesuchern andere Besucher gestört fühlen könnten und zum anderen eine zuverlässige Spracherkennung bei den daraus folgenden Störgeräuschen nicht mehr gewährleistet werden kann. Außerdem kann man aus der Arbeit von Pollalis et al. (2018) folgern, dass eine Sprachsteuerung im öffentlichem Raum als eher unangenehm empfunden wird und somit von vor allem nicht technik-affinen Menschen eher abgelehnt wird.

Auf eine 3D-Darstellung der Exponate soll ebenfalls verzichtet werden. Aus Evans et al. (2017) lässt sich folgern, dass vor allem zu viele und zu große 3D-Objekte die Wahrnehmung der Realität verzerren und somit eventuell negativ beeinflussen. Kann der Nutzer die Größenverhältnisse und Entfernungen nicht mehr richtig einschätzen, könnte dies zu ungewollten Bewegungen führen, die vor allem in kleinen bzw. engen Museen schnell zu Unfällen führen können. Außerdem ist eine eventuelle Überforderung der Museumsbesucher unbedingt zu vermeiden, um den Museumsbesuch nicht unangenehm werden zu lassen.

Um den Museumsbesuch interaktiver zu gestalten und um auf die individuellen Interessen jedes Besuchers eingehen zu können, wird ein Recommender-System implementiert. Durch Einteilung des Katalogs in Kategorien kann anhand der Betrachtungszeit und -anzahl von Exponaten aus entsprechenden Kategorien auf das tendenzielle Interesse des Nutzers geschlossen werden. Somit kann das System den Nutzer auf weitere Exponate aus der entsprechenden Kategorie hinweisen.

# Projektmanagement ?

# Anforderungen ?

# Datenaufbereitung

Zur Bilderkennung im Kontext der IT-Sammlung werden neben den 100 Fotos pro Exponat noch die vorhandenen Informationen der bereits ausgestellten Informationstafeln, auch relevante Informationen aus einer vorhandenen Datenbank begutachtet und aufbereitet. Durch die Umstrukturierung der vorhandenen Daten ergibt sich die Möglichkeit die Informationen in vordefinierte Interessensgebiete einzuordnen. Der Datensatz an sich wird als XML Dokument auf dem Server hinterlegt. Hierfür wird einer der beiden oben genannten Hosting-Provider verwendet. Somit ist sichergestellt, dass auf dem Server sowohl für die Fotos als auch den Datensatz genügend Speicher zur Verfügung steht.

Zudem soll noch wie bereits erwähnt ein Recommendersystem implementiert werden. Das setzt voraus, dass die Objekte entsprechend ausgewählt werden, um sie in Kategorien unterteilen und korrespondierend im XML-Dokument auszeichnen zu können. Dieses Dokument untergliedert sich in die einzelnen Objekte, die mittels einer eindeutigen ID identifizierbar sind. Jedes Objekt erhält mehrere Elemente, wie zum Beispiel Name, Kategorie, Jahr, Hersteller und eine Kurzbeschreibung. Weitere Elemente, um mehr Informationen zu einem Objekt zu erhalten, werden mittels Attributen ausgezeichnet und anhand des Wertes spezifiziert.

* Ca. 130 Fotos pro Objekt (100 auf dem nur das Objekt abgelichtet ist, 30 in der „Museumsumgebung“; reale Umgebung in der das Objekt letztlich steht) Erkennung funktioniert auch nur anhand der Einzelbilder, wird aber besser durch die Fotos an der endgültigen Position. Damit sollte verhindert werden, dass die trainierten Models bei eventueller Veränderung der Objektumgebung nicht mehr verwendbar sind und das Objekt an sich nicht mehr erkannt wird

# Architektur und Implementierung

## HoloLens

Als Plattform zur Informationsvermittlung wird Microsofts HoloLens auf Basis von Unity3D und C# verwendet. Durch diese Augmented-Reality-Brille kann der Nutzer seine Umgebung und somit auch das Museum und dessen Exponate ungestört wahrnehmen. Möchte der Nutzer mehr über ein Exponat erfahren, kann er durch Benutzung der Bilderkennung zunächst allgemeine, auf Wunsch auch weiterführende, Informationen einblenden lassen. Die Bilderkennung kann über drei verschiedene Methoden ausgelöst werden. Möchte der Nutzer auf eine manuelle Lösung setzen, ist es ihm möglich entweder den mit der HoloLens mitgelieferten „Klicker“ zu betätigen oder die „Klick“-Geste ausführen. Außerdem wird eine automatische Auslösung implementiert. Wenn sich das Blickfeld des Nutzers für zwei Sekunden nicht bzw. nur unwesentlich verändert, wird ebenfalls die Bilderkennung gestartet. Während dieser zwei Sekunden, erhält der Nutzer über einen sich füllenden Kreis Feedback über den Status der automatischen Erkennung. In allen drei Fällen wird ein Bild vom aktuellen Blickfeld des Nutzers abgegriffen und über eine zu implementierende Schnittstelle an die API gesendet (siehe unten).

Die erhaltenen Exponat-Informationen werden dem Nutzer in einer stilistisch ansprechenden Textbox präsentiert. Diese ist zunächst an die Bewegungen des Nutzers gekoppelt. Führt der Nutzer die „Klick“-Geste auf der Textbox aus, wird sie an der aktuellen Position im Raum fixiert. Dies ist das Standardverhalten von Fenstern in der HoloLens. Recommender-Informationen werden in einem kleinen Textfeld in einer Ecke des Blickfelds angezeigt. Über nicht erfolgreiche Bilderkennungsversuche wird der Nutzer nur informiert, wenn er die Bilderkennung manuell gestartet hat, oder wenn die ermittelte Wahrscheinlichkeit in einem noch zu bestimmenden Bereich liegt. Letzteres wird server-seitig entschieden und an späterer Stelle genauer erläutert. Da die Exponat-Informationen bereits aufbereitet an die HoloLens geschickt werden, kann die Aufteilung in Kategorien problemlos erfolgen. Diese sind über entsprechende Buttons zugänglich.

Wird ein Exponat erfolgreich erkannt, wird die aktuelle Position des Nutzers gespeichert. Verlässt der Nutzer den Bereich des Exponats, wird das Textfeld ausgeblendet und durch ein auffälliges Icon ersetzt. Betritt der Nutzer zu einem späteren Zeitpunkt wieder den Bereich, öffnet sich auf Wunsch des Nutzers wieder das Info-Feld, ohne dass wiederrum die Bilderkennung gestartet werden muss.

## REST API

Um den Prototypen praxisnah umzusetzen, werden die Bilderkennung, die Datenspeicherung und das Recommendersystem auf einem Server ausgelagert. Dadurch besteht die Möglichkeit, später weitere Exponate mit Informationen auszustatten, ohne dass etwas an dem auf der HoloLens installierten Programm geändert werden muss. Sollte **HoloMu** in einem Museum auf mehreren HoloLens’s zum Einsatz kommen, wäre es außerdem höchst unpraktisch, wenn auf allen Geräten die Trainingsdaten hinterlegt werden müssten.

Die API wird in Python unter Verwendung der Bibliothek *flask* implementiert. Gehostet wird sie entweder einem Server der Universität, oder, wenn dies scheitert, auf einem Server von *Uberspace*.

## Bilderkennung

Die Bilderkennung erfolgt unter Benutzung des Frameworks *TensorFlow*. Um den Bilderkenner zu trainieren, werden von jedem Exponat circa 100 Fotos aus verschiedenen Winkeln und Abständen gemacht. Die Bilder liegen strukturiert auf dem Server und werden bei Serverstart eingelesen und zum Training benutzt. Die API erhält einen Endpunkt, welcher ein Bild empfangen kann. Dieses Bild wird zunächst auf dem Server gespeichert und dann vom Bilderkenner untersucht. Das Ergebnis wird anhand der Wahrscheinlichkeit einer korrekten Erkennung in drei Kategorien eingeteilt. Ist die Erkennungswahrscheinlichkeit sehr hoch, werden die Informationen für das erkannte Exponat aus dem Datensatz geladen und als Antwort zurück an die HoloLens gesendet. Ist nicht sicher, ob eine korrekte Erkennung stattgefunden hat, wird eine Fehlermeldung zurückgegeben. Kann das System davon ausgehen, dass kein Exponat erkannt wurde, wird nichts zurückgegeben. Durch diese Abstufung wird erreicht, dass der Nutzer einerseits bei falscher fehlerhafter Erkennung sofort Feedback erhält und nochmals die Erkennung starten kann und andererseits nicht dauerhaft Fehlermeldungen erhält, obwohl er die Bilderkennung nicht absichtlich ausgelöst hat. Letzteres kann bei der oben beschriebenen automatischen Auslösung durchaus passieren.

Ist die Erkennung abgeschlossen, wird das hochgeladene Bild wieder gelöscht. Außerdem wird bei erfolgreicher Erkennung die ID des erkannten Objekts in der *MySQL* Datenbank abgespeichert, um später eine Empfehlung aussprechen zu können.

## Recommendersystem

Der Recommender soll serverseitig implementiert werden. Dabei ist zunächst nur angedacht auf den aktuellen Nutzer zu reagieren, um diesem, ausgehend von seinen eigenen bisherigen erfassten Daten, Vorschläge unterbreiten zu können. Um den Recommender sinnvoll einzusetzen und dem Nutzer keine irreführenden Informationen zu übermitteln, wird die Empfehlung für ein weiteres Objekt erst nach einer gewissen Anzahl an Objekten geliefert. Diese wird im Verlauf der Implementierung bzw. in einer Testing-Phase genauer bestimmt werden können. Der Recommender soll ausgelöst werden, wenn der Nutzer den Bereich eines Exponates verlässt, um den Museumsbesucher nicht während einer Objekterkennung oder dem Lesen von Objektinformationen abzulenken. Die Empfehlung selbst soll auf Wahrscheinlichkeiten basieren und wird gegebenenfalls aus einem gewichteten Durchschnittswert der Betrachtungsreihenfolge oder der Betrachtungsdauer gebildet. Um zu verhindern, dass der Benutzer aufgrund der zuerst betrachteten Objekte nur noch Exponate dieser Kategorie als Vorschlag erhält, ordnen wir den Kategorien zunächst eine bestimmte relative Häufigkeit zu. Dies ermöglicht es die relativen Häufigkeiten der Kategorien mit der aktuell betrachteten Kategorie jeweils zu verrechnen und daher mit höherer Wahrscheinlichkeit ein Exponat aus der bevorzugten Kategorie als Vorschlag zu erhalten. Zudem ist jedoch sichergestellt, dass auch Exponate aus einer anderen Kategorie berücksichtigt werden.

## Erweiterungsmöglichkeiten

# Evaluation/Testing

# Setup-Anweisungen

# Ausblick

# Literaturverzeichnis

Pollalis, C., Gilvin, A., Westendorf, L., Virgilio, I., Hsiao, D., Shaer, O. (2018). ARtLens: Enhancing Museum Visitors' Engagement with African Art. DIS'18 Companion, HongKong

Kalantari, M., Rauschnabel, P. (2018). Exploring the Early Adopters of Augmented Reality Smart Glasses: The Case of Microsoft HoloLens. In: Jung T., tom Dieck M. (eds) Augmented Reality and Virtual Reality. Progress in IS. Springer, Cham.

Evans, G., Miller, J., Pena, M. I., MacAllister, A., Winer, E. (2017). Evaluating the Microsoft HoloLens through an augmented reality assembly application. Mechanical Enginnering Conference Presentations, Papers and Proceedings. 179. Iowa.

Pollalis, C., Fahnbulleh, W., Tynes, J., Shaer, O. (2017). HoloMuse: Enhancing Engagement with with Archaeological Artifacts through Gesture-Based Interaction with Holograms. 565-570. 10.1145/3024969.3025094.